

Aus der Abteilung für zahnärztliche Werkstoffkunde und
Technologie (Vorsteher: Prof. Dr. H. Marx) der Klinik
und Poliklinik für Zahn-, Mund- und Kieferkrankheiten
der Johannes Gutenberg-Universität Mainz

ABRASIONSMESSUNG AN ZAHNÄRZTLICHEN WERKSTOFFEN
NACH KONTAKTREIBUNGEN

Inauguraldissertation
zur Erlangung der Doktorwürde der Zahnheilkunde
der Johannes Gutenberg-Universität Mainz
den Medizinischen Fachbereichen

vorgelegt von
GERT BEGER
aus Bad Kreuznach

Mainz 1975

1976

Aus der Abteilung für zahnärztliche Werkstoffkunde und
Technologie (Vorsteher: Prof. Dr. H. Marx) der Klinik
und Poliklinik für Zahn-, Mund- und Kieferkrankheiten
der Johannes Gutenberg-Universität Mainz

ABRASIONSMESSUNG AN ZAHNÄRZTLICHEN WERKSTOFFEN
NACH KONTAKTREIBUNGEN

Inauguraldissertation
zur Erlangung der Doktorwürde der Zahnheilkunde
der Johannes Gutenberg-Universität Mainz
den Medizinischen Fachbereichen



vorgelegt von
GERT BEGER
aus Bad Kreuznach

Mainz 1975

Fachbereichsdekan : Professor Dr. K. Fuhr

Referent : Professor Dr. H. Marx

Korreferent : Professor Dr. K. Fuhr

Tag der mündl. Prüfung : 25.2.76



Inhaltsverzeichnis

Seite

1.	Einleitung und Aufgabenstellung	1
2.	Die Methode der Abrasionsprüfung	2
2.1.	Die Abrasionsmaschine	3
2.2.	Die verschiedenen Werkstoffe	7
2.3.	Die Herstellung der Prüfkörper	7
2.4.	Die Quellung der Kunststoffprüfkörper	9
3.	Die Versuchsdurchführung	12
4.	Die Ergebnisse der Abrasionsprüfungen	13
4.1.	Tabellen	13
4.2.	Makroskopische und mikroskopische Untersuchungen	22
5.	Auswertung und Diskussion der Meßergebnisse	24
6.	Zusammenfassung	37
7.	Literaturverzeichnis	38



Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41554413_0059

1. Einleitung und Aufgabenstellung

Die Abrasionerscheinungen an zahnärztlichen Werkstoffen unterlagen bis heute mehreren Untersuchungen. Ziel all dieser Abrasionstests war es, den Abrieb eines bestimmten Werkstoffs oder einer Werkstoffgruppe zu messen und dann dem Zahnarzt Hinweise für deren zweckmäßigen Gebrauch zu geben.

Eine Sonderstellung nahmen dabei die Kunststoffe ein, über deren Verschleiß eine Vielzahl von Untersuchungen rein experimenteller Art angestellt wurden. Verantwortlich für diese Sonderstellung ist sicher die Tatsache, daß Kunststoffe im Vergleich zu den anderen zahnärztlichen Werkstoffen stets höhere und unerwünschte Abnutzungerscheinungen zeigten.

Aufgabe der vorliegenden Arbeit war es, die Abrasionerscheinungen an verschiedenen dentalen Werkstoffen - Gold, Kunststoff und Porzellan - zu prüfen, und zwar dann, wenn sie sich gegenseitig abradieren. (Mit dem Begriff "Porzellan" sind im Folgenden die keramischen Massen gemeint, die heute zur Herstellung sogenannter Porzellanzähne verwendet werden.) Es sollte dabei primär die Frage geklärt werden, ob die neuzeitlichen hochwertigen Kunststoffe in der Lage sind, Zahn-
gold bei Kontaktreibungen eventuell stärker abzunutzen als sich selbst. Die Tatsache, daß auch Porzellan in der zahn-

ärztlichen Prothetik heute wieder mehr und mehr verwendet wird, war Anlaß, diesen Werkstoff in die vorliegenden Untersuchungen miteinzubeziehen.

Zum Thema des gegenseitigen Verschleißes verschiedener Werkstoffe findet man im Vergleich zum Thema Kunststoff-abrasion in der Literatur nur wenig. Im amerikanischen Schrifttum wird 1947 eine Arbeit von BODDICKER (2) erwähnt, der den Verschleiß verschiedener Werkstoffe untersuchte, ohne verwertbare Ergebnisse zu finden. HENKEL (5) befasste sich 1969 mit diesem Problem, als er Kunststoffzähne gegen Metallkörper aus Silberpalladium reiben ließ und dabei einen großen Verschleiß der Metallkörper feststellte. MAHALICK, KNAP und WEITER (8) testeten 1971 in einer den Verhältnissen des Kausystems nachgebauten Maschine verschiedene Werkstoffprüflinge aus Gold, Kunststoff, Porzellan und außerdem Schmelz auch gegeneinander. Sie versuchten ähnlich der vorliegenden Arbeit eine Wertung der verschiedenen Kombinationen vorzunehmen, machten jedoch keine genauen Angaben darüber, welcher der jeweils antagonistisch wirkenden Partner mehr oder weniger Verschleiß aufwies. MONASKY und TAYLOR (10) prüften im gleichen Jahr in ähnlicher Weise Kombinationen aus Gold, Porzellan und Schmelz, wobei sie die Oberfläche der Porzellanprüflinge unterschiedlich stark polierten. Sie stellten fest, daß der Verschleiß an Zahngold und Schmelz mit der Zunahme der Rauigkeit der Porzellanoberfläche ansteigt und Gold durch Porzellan stark abgenutzt wird.

2. Die Methode der Abrasionsprüfung

Der Aufbau der Versuchsanordnung und die Methode zur Messung der Abrasionserscheinungen wurde von folgenden Grundgedanken bestimmt:

- 1) Es sollten nach Möglichkeit die physiologischen Gegebenheiten der Mundhöhle berücksichtigt werden.
- 2) Die Versuchsanordnung mußte möglichst unkompliziert, die Form der Prüfkörper eine ideale sein, um Fehlerquellen und Streuung der Meßergebnisse gering zu halten.

Es wurde aus diesen Gründen eine neue Abrasionsmaschine entwickelt und nicht die industrielle Abrieb-Prüfmaschine für den sogenannten Verschleißversuch nach DIN 53516 benutzt, mit der auch BREMSER (3) 1971 bei seinen Untersuchungen an zahnärztlichen Kunststoffen arbeitete.

2.1. Die Abrasionsmaschine

Grundelement der Maschine war das DOX-Einschleifgerät der Firma Yota. Das DOX-Einschleifgerät ähnelt einem Okkludator bei dem das Oberteil starr ist und das Unterteil mittels eines Excenters so bewegt wird, daß alle Punkte, die sich auf dem Unterteil befinden, eine kleine Kreisbewegung auf der Horizontalebene ausführen. Ober- und Unterteil des Geräts sind schalenförmig gestaltet, sodaß Gipsmodelle oder Prothesen leicht angebracht werden können. Mittels einer Kurbel wird das Unterteil angetrieben. Diese Kurbel wurde jedoch entfernt und dafür ein Elektromotor mit vorgeschaltetem

Drehstromwiderstand zur Regulierung der Motorgeschwindigkeit angeschlossen. Zusätzlich wurde der Motor mit einem Zählwerk verbunden, um nach einer Umdrehungszahl, die auf 250 000, das entsprach einer Versuchsdauer von ungefähr 12 Stunden, festgelegt wurde, jeden Abrasionstest zu beenden. So konnten Stromspannungsänderungen kompensiert werden. An jeder Schale des Ober- und Unterteils des Einschleifgeräts wurden Messinghülsen zur Aufnahme der Prüfkörper so angebracht, daß die zum Abrasionstest verwendeten Prüfkörper mit ihren kuppelförmigen Flächen gegeneinanderliefen. Das Oberteil des Geräts wurde durch Gewichte so beschwert, daß auf die Abrasionsfläche eine Kraft von 2 kp wirkte, einer Kraft, die von EICHNER (4) als Mittelwert der Kaukraft gefunden wurde. Aus einem Haake-Thermostat mit Druckpumpe wurde auf 37° Celsius erhitztes destilliertes Wasser kontinuierlich auf die Probekörper gespritzt. Auf diese Weise wurden die im Versuch aus der Oberfläche eines Prüfkörpers ausbrechenden Teilchen weggespült und konnten so die Abrasion nicht unterstützen. Außerdem wurde die Abgabe von Flüssigkeit der gequollenen Kunststoffprüfkörper vermieden und durch die Verwendung von erwärmten destilliertem Wasser der Forderung nach einigermaßen physiologischen Versuchsbedingungen Rechnung getragen. (Auf dem Treffen der ISO TC 106-dentistry in USA wurde als sogenannte " closed mouth " - Temperatur $37^{\circ} \pm 1^{\circ}$ Celsius angenommen.) Auf die Zugabe von

Schleifmitteln in die Spülflüssigkeit wurde verzichtet, um nicht die Abrasion in unnatürlicher Weise zu beeinflussen. Dies geschah auch, weil mit großer Wahrscheinlichkeit, so HÖHNLE (6), die Abrasion durch das Gegeneinanderreiben der Zähne unabhängig vom Kauakt verursacht wird. Diese Annahme entspricht einer der drei von H.MEYER (9) aufgestellten Theorien, die besagen:

- 1) die Ursache der Abrasio wird in bestimmten Nahrungsbestandteilen gesehen, die eine schleifende Wirkung auf den Zahnschmelz ausüben sollen,
- 2) als Ursache für die Abrasio wird eine Kontaktreibung der Zähne während des Kauakts angenommen,
- 3) das Entstehen von Schliffacetten wird durch Gegeneinanderreiben der Zahnreihen unabhängig vom Kauakt erklärt.

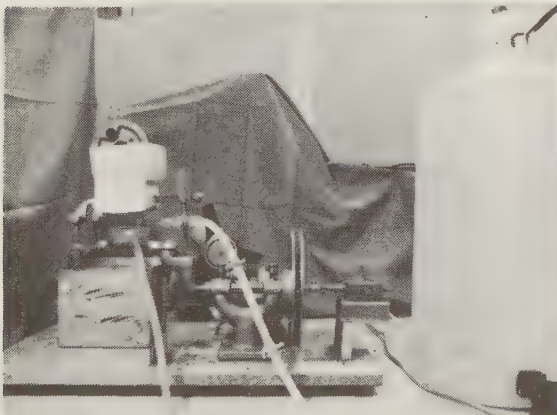


Abb. Nr. 1 : Die Abrasionsmaschine, Seitansicht mit Wasservorratsbehälter

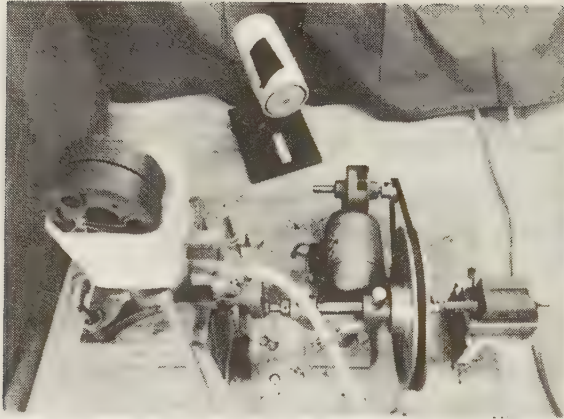


Abb. Nr. 2 : Die Abrasionsmaschine,
Ansicht von oben.

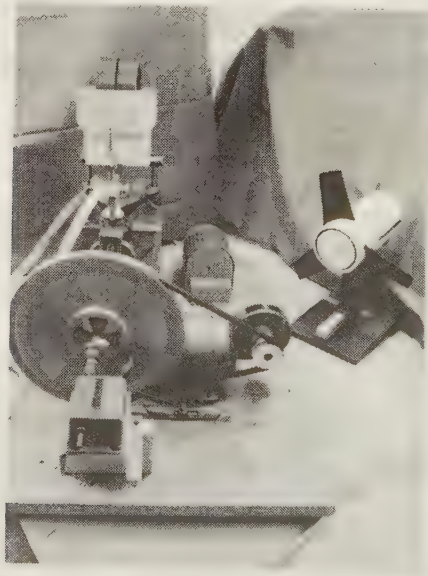


Abb. Nr. 3 : Die Abrasionsmaschine,
Ansicht von der Schmalseite.

2.2. Die verschiedenen Werkstoffe

Unter den heute gebräuchlichen Werkstoffen wurde folgende Auswahl getroffen:

2 verschieden harte Gold-Platin-Dentallegierungen

Degulor A = A

Degulor M = M

2 verschiedene Dental-Kunststoffe

Kunststoff für Kunststoffzähne = K

Verblendkunststoff K+B 75 = B

und

Porzellan für Porzellanzähne = P

(Die Abkürzungen seien im Folgenden für die verschiedenen Werkstoffe gebraucht.) Der Kunststoff K und das Porzellan P werden von der Firma Wienand Söhne & Co, Spremlingen bei Frankfurt am Main, zur Fertigung ihres Kunststoff- und Porzellanzahnsortiments verwendet.

2.3. Die Herstellung der Prüfkörper

Die Herstellung eines Teils der Kunststoffprüfkörper (für Kunststoffzähne) und der Porzellanprüfkörper erfolgte durch die Zahnfabrik Wienand Söhne & Co. Die Kunststoffprüfkörper aus dem Verblendmaterial Biodent K+B 75 wurden durch die De Trey Gesellschaft in Wiesbaden in freier Schichttechnik und Polymerisation im Wasserbad bei 93° Celsius und ca. 6 atü hergestellt. Die Goldprüfkörper aus Degulor A und M wurden von uns selbst im klinikseigenen Labor angefertigt. Die hier-

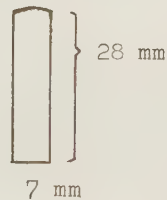
für notwendige Gußform wurde durch das Einbetten eines vorgefertigten, rückstandslos verbrennenden Acrylglas-körpers in die Einbettmasse Luster Cast der Firma Kerr geschaffen. Der Guß erfolgte mit dem Combilabor CL-V und CL-G der Firma Heraeus in Hanau.

Die Form der Prüfkörper war zylindrisch. Der Durchmesser der Kunststoff- und Goldprüfkörper betrug 5 mm, die Länge 23 mm, der Durchmesser der Porzellanprüfkörper betrug wegen der größeren Bruchgefahr 7 mm, die Länge 28 mm.

Die der Abrasion unterliegende Fläche eines jeden Prüfkörpers war kuppelförmig und wurde vor Versuchsbeginn in üblicher Weise vergütet, das heißt poliert. Man konnte so davon ausgehen, daß gleichwertige Prüfkörper zur Abrasionsprüfung kamen.

Abb. Nr. 4

Form der Prüflinge



für Metall und
Kunststoff

für Porzellan

2.4. Die Quellung der Kunststoffprüfkörper

Der Fähigkeit der Kunststoffe, Wasser aufzunehmen und zu quellen, also an Gewicht und Volumen zuzunehmen, bereits festgestellt durch ILG (7), BANGER (1), RITZE (11), u.a., wurde durch Aufbewahrung der Kunststoffprüfkörper in destilliertem Wasser bei 20° Celsius Rechnung getragen. Die Wägung der Prüfkörper während der Wasseraufnahme mit einer Sartorius Digitalanalysenwaage 2600 (Meßgenauigkeit 0,1 mg) zeigte die unterschiedliche Wasseraufnahme der beiden verwendeten Kunststoffe. Dies wird durch die folgenden Diagramme veranschaulicht.

Diagramm Nr. 1: Quellungskurven von Kunststoffprüfkörpern - Werkstoff K

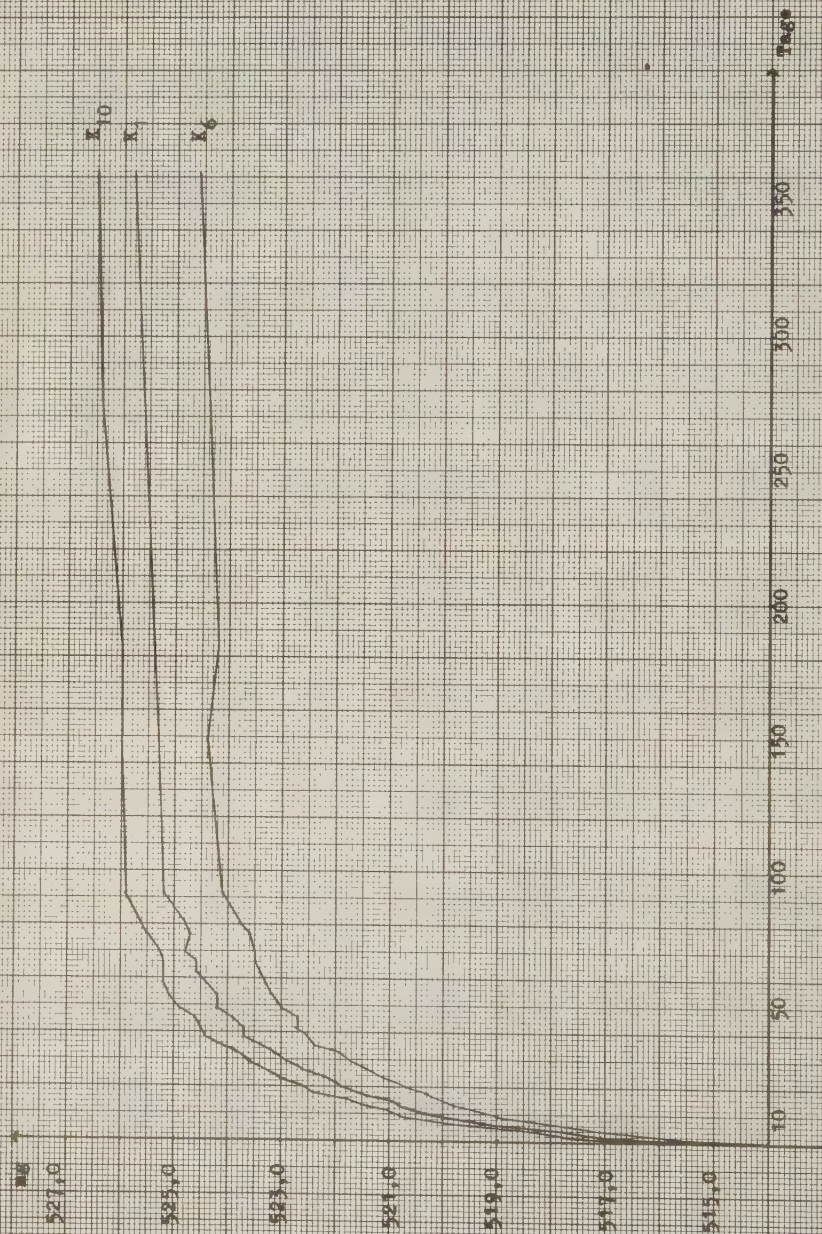
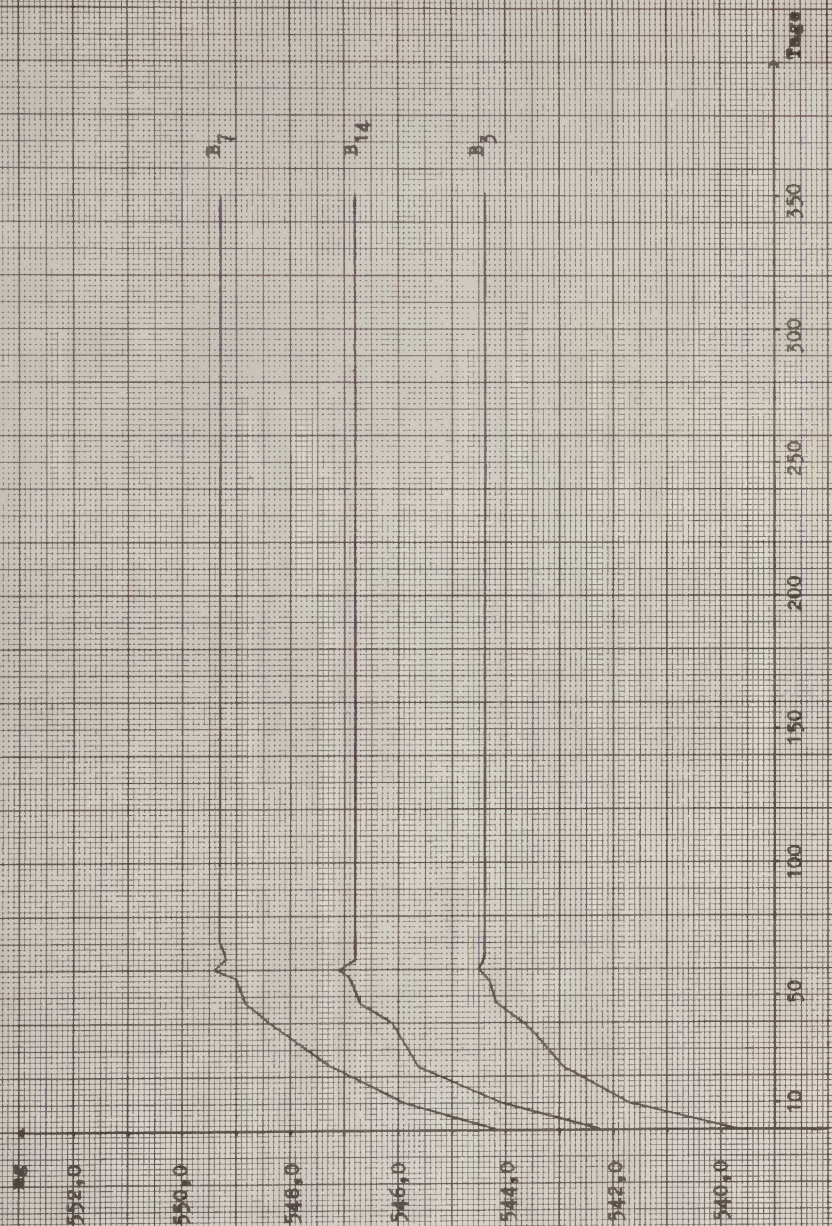


Diagramm Nr. 2 : Quellungskurven von Kunststoffprüfkörpern - Werkstoff B



Die Auswertung der Quellungskurven ergab Folgendes:

- 1) Der mit anorganischen Füllstoffen aufgefüllte Verblendkunststoff B zeigt nach gleicher Quelldauer eine 50%-geringere Gewichtszunahme als der nicht aufgefüllte Zahnkunststoff K.
- 2) Gewichtskonstanz kann bei B nach 70 Tagen, bei K erst nach 350 Tagen endgültig festgestellt werden. Jedoch beträgt die Gewichtszunahme beim Letzteren ab dem 70. Tag bis zum 350. Tag (das sind 400 % mehr Quelldauer) nur 13% des Gewichts vom 70. Tag.

3. Die Versuchsdurchführung

Zu Beginn der Abrasionsprüfung wurden folgende Werkstoffkombinationen, wie sie auch in der Mundhöhle als Antagonistenpaare auftreten können, festgelegt, die gegeneinander gerieben wurden:

A	gegen	K
A	gegen	B
M	gegen	K
M	gegen	B
A	gegen	P
M	gegen	P
K	gegen	P
B	gegen	P

(Abkürzungen gemäß Seite 7)

Jede Abrasionsprüfung begann mit der sorgfältigen Wägung der jeweiligen zwei Prüfkörper mit der bereits genannten Analysenwaage. Es wurde aus drei Werten der Mittelwert G_A errechnet. Die zur Wägung kommenden Kunststoffprüfkörper wurden vorher mit einem weichen Baumwolltuch abgetrocknet, um nicht noch eventuell anhaftende Wassertröpfchen mitzuwiegen. Dann wurden die Prüflinge sofort in die Messinghülsen der Abrasionsmaschine eingefügt und die Apparatur in Gang gesetzt. Ein Abrasionstest dauerte im Durchschnitt 12 Stunden und endete mit der Wägung der Prüfkörper und Ermittlung des Endgewichts G_E nach oben beschriebener Weise. Die Differenz $G_A - G_E$ ergab den Wert der Abrasion in Milligramm. Da jedoch der Gewichtsverlust durch Abrasion wegen der unterschiedlichen spezifischen Dichte D der verschiedenen Materialien nicht auf die Frage: "welches von zwei Materialien unterliegt dem größeren Verschleiß?" Antwort geben konnte, wurde rechnerisch der Volumenverlust V_{AR} ermittelt.

$$V_{AR} = \frac{G_A - G_E}{D}$$

Pro Werkstoffkombination wurden fünf Abrasionsprüfungen durchgeführt, deren numerische Ergebnisse aus den folgenden Tabellen (Nr. 1 bis 8) entnommen werden können.

4. Die Ergebnisse der Abrasionsprüfungen

4.1. Tabellen

Gewichtsangaben in mg, Volumenangaben in mm^3

Tab. 1 Gewicht- und Volumenverluste bei Werkstoffkombination A gegen K

Abrasions- prüfung Nr.	Prüfkörper- kombination	G _A Werkstoff		G _E		G _A - G _E		V _{AR}	
		A	K	A	K	A	K	A	K
1	A ₁ - K ₁	7453,75	525,80	7453,55	524,75	0,20	1,05	0,011	0,890
2	A ₂ - K ₂	7416,85	522,30	7416,50	521,30	0,35	1,00	0,019	0,847
3	A ₃ - K ₃	7342,90	524,10	7342,80	523,35	0,10	0,75	0,005	0,636
4	A ₄ - K ₄	7386,05	527,40	7385,90	526,60	0,15	0,80	0,008	0,678
5	A ₅ - K ₅	7342,65	527,45	7342,45	526,75	0,20	0,70	0,011	0,593
		Mittelwert :		0,20		0,86		0,011	
								0,729	

Tab. 2 Gewicht- und Volumenverluste bei Werkstoffkombination A gegen B

Abrasions- prüfung Nr.	Prüfkörper- kombination	G _A Werkstoff		G _F		G _A - G _F		V _{AR}	
		A	B	A	B	A	B	A	B
1	A ₆ - B ₁	7336,50	544,25	7335,80	543,40	0,70	0,85	0,038	0,691
2	A ₇ - B ₂	7378,30	544,90	7377,05	544,40	1,25	0,50	0,068	0,407
3	A ₈ - B ₃	7449,35	544,35	7448,25	543,70	1,10	0,65	0,060	0,528
4	A ₉ - B ₄	7411,25	543,20	7410,05	542,60	1,20	0,60	0,065	0,488
5	A ₁₀ - B ₅	7347,05	546,30	7345,55	545,75	1,50	0,55	0,081	0,447
Mittelwert :						1,15	0,63	0,062	0,512

Tab. 3 Gewicht- und Volumenverluste bei Werkstoffkombination M gegen K

Abrasions- prüfung Nr.	Prüfkörper- kombination	G _A Werkstoff		G _E		G _A - G _E		V _{AR}	
		M	K	M	K	M	K	M	K
1	M ₁ - K ₆	6711,80	524,60	6711,45	523,90	0,35	0,70	0,023	0,593
2	M ₂ - K ₇	6741,20	525,90	6740,80	525,00	0,40	0,90	0,026	0,763
3	M ₃ - K ₈	6613,40	525,50	6612,95	524,65	0,45	0,85	0,029	0,720
4	M ₄ - K ₉	6737,80	525,25	6737,30	524,30	0,50	0,95	0,032	0,805
5	M ₅ - K ₁₀	6579,10	526,55	6578,55	525,35	0,55	1,20	0,036	1,017
Mittelwert :						0,45	0,92	0,029	0,780

1
3
1

Tab. 4 Gewicht- und Volumenverluste bei Werkstoffkombination M gegen B

Abrasions- prüfung Nr.	Prüfkörper- kombination	G _A Werkstoff		G _E		G _A - G _E		V _{AR}	
		M	B	M	B	M	B	M	B
1	M ₆ - B ₆	6710,65	544,65	6710,25	544,00	0,40	0,65	0,026	0,528
2	M ₇ - B ₇	6740,15	549,30	6739,75	548,70	0,40	0,60	0,026	0,436
3	M ₈ - B ₈	6611,35	547,05	6611,00	546,40	0,35	0,65	0,023	0,526
4	M ₉ - B ₉	6733,15	547,20	6732,70	546,40	0,45	0,80	0,029	0,650
5	M ₁₀ - B ₁₀	6577,35	552,75	6576,90	551,90	0,45	0,85	0,029	0,604
Mittelwert :						0,41	0,71	0,027	0,577

Tab. 5 Gewicht- und Volumenverluste bei Werkstoffkombination A gegen P

Abrasions- prüfung Nr.	Prüfkörper- kombination	Werkstoff G _A		G _E		G _A - G _E		VAR	
		A	P	A	P	A	P	A	P
1	A ₁₁ -P ₁	7253,85	2324,60	7253,20	2324,25	0,65	0,35	0,035	0,151
2	A ₁₂ -P ₂	6993,40	2296,05	6992,95	2295,95	0,45	0,10	0,024	0,043
3	A ₁₃ -P ₃	7465,60	2302,45	7464,85	2302,25	0,75	0,20	0,041	0,086
4	A ₁₄ -P ₄	7048,90	2292,35	7082,50	2292,15	0,65	0,20	0,035	0,086
5	A ₁₅ -P ₅	7390,20	2334,95	7389,60	2334,70	0,60	0,25	0,033	0,108
Mittelwert :						0,62	0,22	0,034	0,095

Tab. 7 Gewicht- und Volumenverluste bei Werkstoffkombination K gegen P

Abrasions- prüfung Nr.	Prüfkörper- kombination	G _A Werkstoff		G _E		G _A - G _E		V _{AR}	
		K	P	K	P	K	P	K	P
1	K ₁₁ - P ₁₁	524,35	2332,60	523,75	2332,60	0,60	0,00	0,508	0,000
2	K ₁₂ - P ₁₂	526,90	2286,50	525,60	2286,50	1,30	0,00	1,102	0,000
3	K ₁₃ - P ₁₃	524,55	2334,90	523,65	2334,90	0,90	0,00	0,763	0,000
4	K ₁₄ - P ₁₄	526,55	2348,95	526,00	2348,90	0,55	0,05	0,466	0,022
5	K ₁₅ - P ₁₅	526,35	2310,45	524,15	2310,25	2,20	0,20	1,846	0,086
Mittelwert :								0,941	0,022

Tab. 8 Gewicht- und Volumenverluste bei Werkstoffkombination B gegen P

Abrasions- prüfung Nr.	Prüfkörper- kombination	G _A Werkstoff		G _E		G _A - G _E		V _{AR}	
		B	P	B	P	B	P	B	P
1	B ₁₁ - P ₁₆	547,75	2324,45	546,90	2324,45	0,90	0,00	0,732	0,000
2	B ₁₂ - P ₁₇	548,85	2296,00	548,00	2295,95	0,85	0,05	0,691	0,022
3	B ₁₃ - P ₁₈	548,65	2292,30	547,75	2292,15	0,90	0,15	0,732	0,065
4	B ₁₄ - P ₁₉	546,80	2302,25	546,25	2302,25	0,55	0,00	0,447	0,000
5	B ₁₅ - P ₂₀	542,05	2303,85	541,50	2303,85	0,55	0,00	0,447	0,000
		Mittelwert :				0,75	0,04	0,610	0,017

4.2. Makroskopische und Mikroskopische Untersuchungen

Zusätzlich wurden sowohl makroskopische als auch mikroskopische Oberflächenuntersuchungen durchgeführt, die dem besseren Verständnis der Meßergebnisse dienen sollten. Die nachfolgende Übersicht gibt Auskunft über die Ergebnisse der makroskopischen Oberflächenprüfung der beim Abrasionstest an den Prüfkörpern aufgetretenen Schliffacetten.

Makroskopische Untersuchung der Prüfkörper

Tabelle Nr. 9

Werkstoffkombination	Schliffacetten an	Oberflächen- struktur	Volumen- verlust
A - K	A	o	o
	K	+ geringe Gold- auflagerung	++
A - B	A	+	+
	B	++ Goldauflage- rung	++
M - K	M	o	o
	K	+	++
M - B	M	++	o
	B	++ Goldaufl.	++
A - P	A	++	+
	P	o Goldaufl.	+
M - P	M	++	+
	P	+ Goldaufl.	+
K - P	K	o	++
	P	o	o
B - P	B	o	++
	P	o	o

o=wie hoch- glanzpoliert	o=nicht sichtbar
+ =leicht ver- kratzt	+ =nur gering sichtbar
++ =stark ver- kratzt, matt	++ =deutlich sichtbar

- -

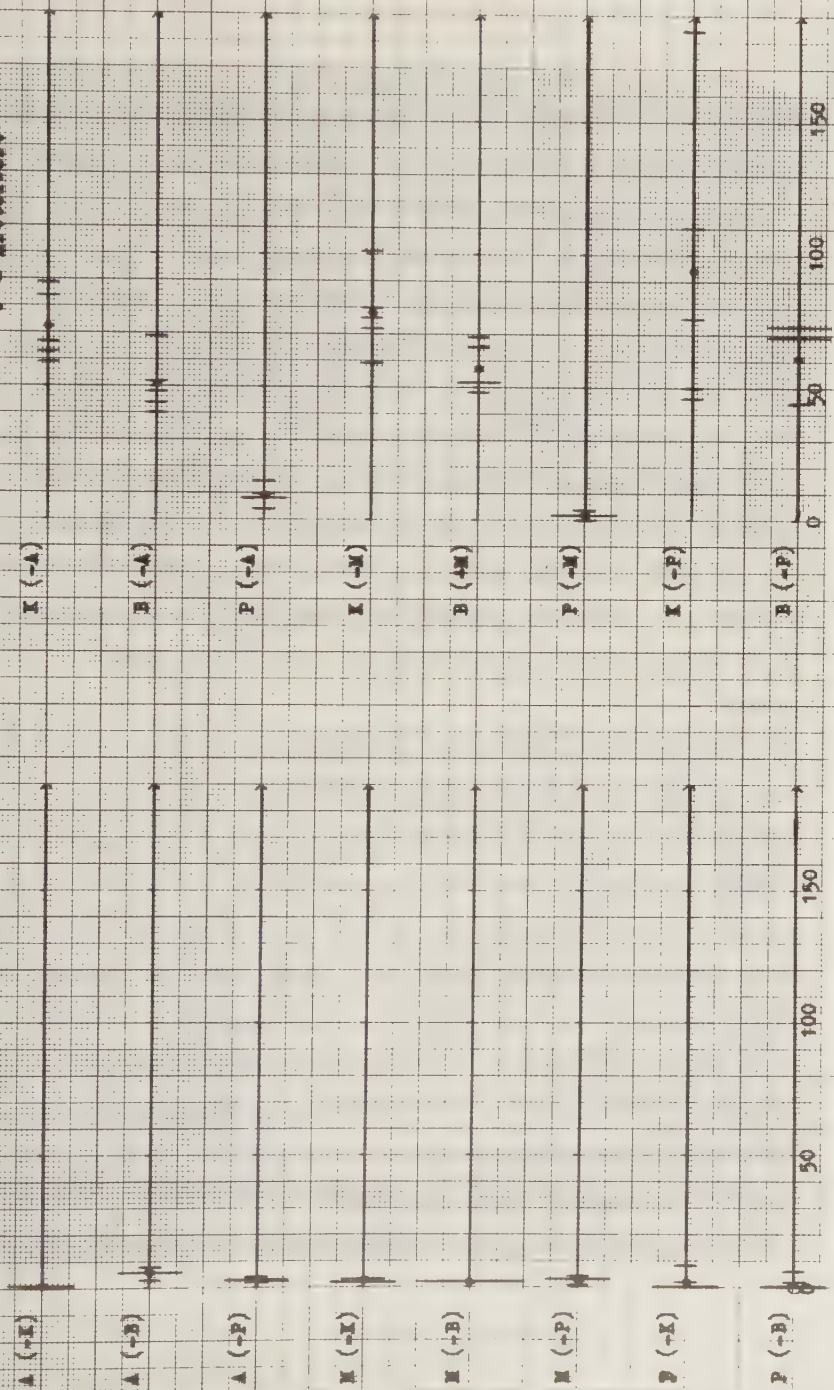
Die mikroskopische Untersuchung der Prüfkörper erfolgte mit einem Zeiss-Auflichtmikroskop bei zwei Vergrößerungen ($V_1 + V_2$). Mit Hilfe eines aufgesetzten Fotoapparats konnten Fotografien hergestellt werden, deren Erläuterungen in die Diskussion der Ergebnisse miteinbezogen wurde.

5. Auswertung und Diskussion der Meßergebnisse

Die Meßergebnisse der durchgeführten Abrasionsprüfungen konnten nur durch den Vergleich der verschiedenen Werkstoffkombinationen ein aussagekräftiges Gesamtergebnis liefern. Dazu wurde folgende Übersicht angefertigt.

Diagramm Nr. 3 : Darstellung und Vergleich der Volumenverläufe

10 $\pm$ 0,1 mm³
 100 $\pm$ 1,0 mm³
 — = Einzelwerte (siehe Tabellen)
 * = Mittelwert



Diese Gegeneinanderstellung zeigt deutlich:

1) Die Kunststoffe weisen hohen, die Golde und das Porzellan nur geringen Verschleiß auf. Dabei hat K Volumenverluste die im Durchschnitt um 44 % größer sind als an B bei jeweils gleichem Antagonisten. Dies bestätigt die Untersuchungen von SCHMITZ und Mitautoren (12), UETZ und FÖHL (14), die in ihren Kunststoffabrasionstests, an mit anorganischen Füllstoffen aufgefüllten Verblendkunststoffen geringeren Verschleiß feststellten als an Kunststoffen ohne Füllstoffe. Es widerspricht der Auffassung von STREITL (13) der den Zusatz von anorganischen Füllstoffen als Verschlechterung in Bezug auf die Mundbeständigkeit und das Abrasionsverhalten von Kunststoffen ansieht.

2) Als günstigste Werkstoffkombinationen sind die aus Goldlegierungen und Porzellan anzusehen, da hier an beiden Werkstoffpartnern ähnlich geringfügige Verschleißerscheinungen auftreten. Die starke Abnutzung an Gold durch Porzellan, wie von MONASKY und TAYLOR (10) beschrieben, blieb aus. Werkstoffkombinationen, bei denen der eine Partner ein Kunststoff, der andere eine Goldlegierung oder Porzellan ist, sind ungünstig, da der Volumenverlust durch Abrasion an den Kunststoffen zu groß ist. Die Frage, ob Kunststoff Goldlegierungen stärker abradiert als sich selbst, kann mit "Nein" beantwortet werden. Die von HENKEL (5) beobachtete starke Abnutzung von Silberpalladiummetallkörpern durch Kunststoff

konnte an den Goldkörpern nicht gefunden werden. Die Ursache liegt sicher in den unterschiedlichen werkstofflichen Eigenschaften zwischen der Silberpalladium- und den geprüften Goldlegierungen.

Zum Schluß seien die mikroskopischen Untersuchungen erläutert. Leider konnten einige der ausgewählten Prüfkörper jeder Werkstoffkombination nicht untersucht werden, da an diesen die Abrasionsschliffacetten durch das Mikroskop nur sehr schlecht oder überhaupt nicht sichtbar waren. Es werden deshalb nur die aussagekräftigen Fotografien erläutert, wobei man gleich feststellen kann, daß das bereits makroskopisch erfaßte, größtenteils bestätigt wurde.

V1 = Vergrößerung 1 = 60fach

V2 = Vergrößerung 2 = 160fach



Abb. Nr. 5 : K nach Abrasion gegen A (V2)
Aufgelagerte Goldteilchen liegen längs der
durch die Abrasion entstandenen feinen Kratzer.

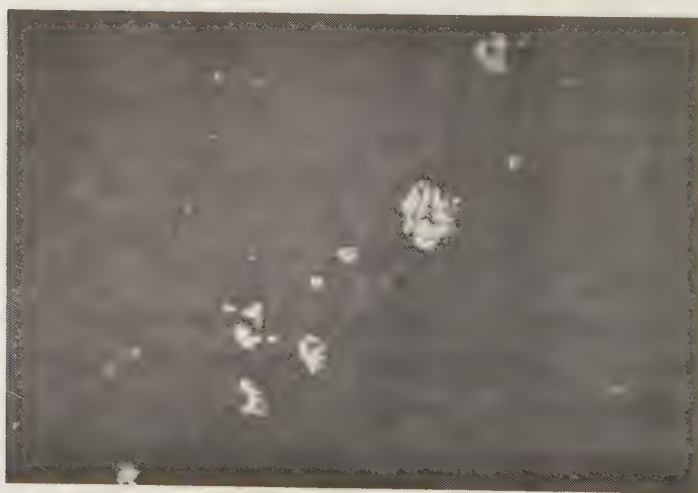


Abb. Nr. 6 : B nach Abrasion gegen A (V2).
Aufgelagerte, unterschiedlich große Goldteil-
chen sind unregelmäßig auf der Kunststoffober-
fläche verteilt.



Abb. Nr. 7 : B nach Abrasion gegen M (V1)
Gleichmäßige Verteilung kleiner Goldteilchen
auf der Kunststoffoberfläche.

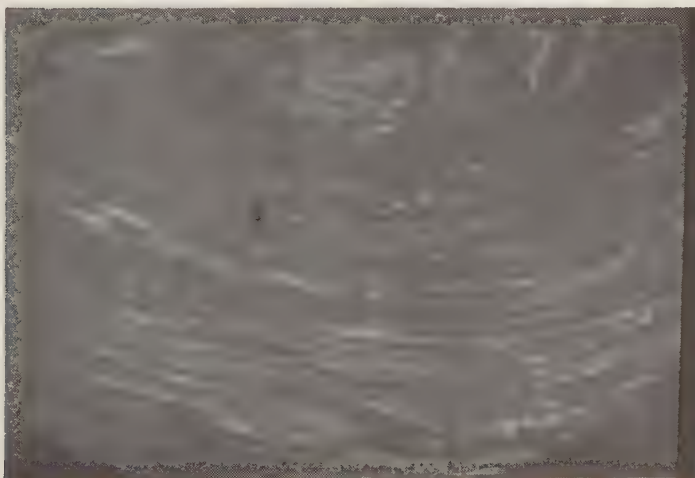


Abb. Nr. 8 : K nach Abrasion gegen P (V1)
Oberfläche mit feinen leicht gebogenen Kratzern.



Abb. Nr. 9 : B nach Abrasion gegen P (V1)
Oberfläche mit stark gebogenen Kratzern und
mehreren breiten und offensichtlich tieferen
Schleifspuren.

Auffallend ist, daß an B Kratzer unterschiedlicher, an K Kratzer gleicher Breite zu finden sind, dies entsprechend auch an den jeweiligen Antagonisten. Es muß hier die Vermutung geäußert werden, daß die anorganischen Füllstoffe in B verantwortlich für diese Abrasionserscheinungen (tiefe, breite Kratzer) sind. Sie fügen also auf der einen Seite ihren Antagonisten stärkere Kratzer zu, was als Nachteil zu sehen ist, auf der anderen Seite nutzen sie sich selbst im Vergleich zu K weniger ab, da die harten Füllstoffe als tragendes Gerüst (STREITL) der Abrasion entgegen wirken.

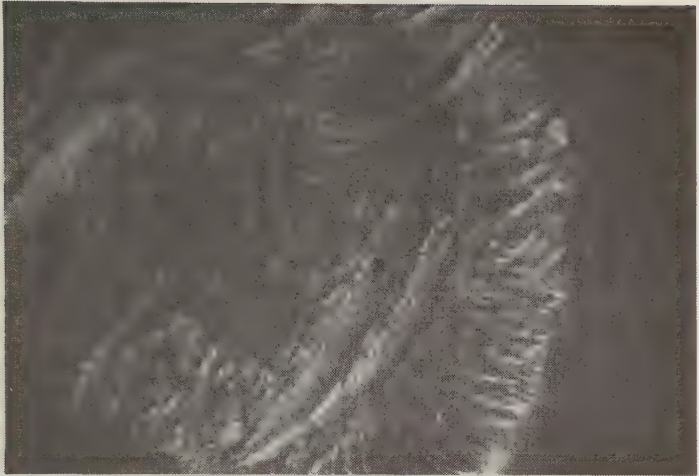


Abb. Nr. 10 : A nach Abrasion gegen B (V1)
Starke Zerkratzung der Oberfläche, es fällt
eine Art Ausweichung des Goldes zum Rande der
Schliffacetete auf (gute Verformbarkeit !).



Abb. Nr. 11 : Ausschnitt aus Bild 10 (V2).

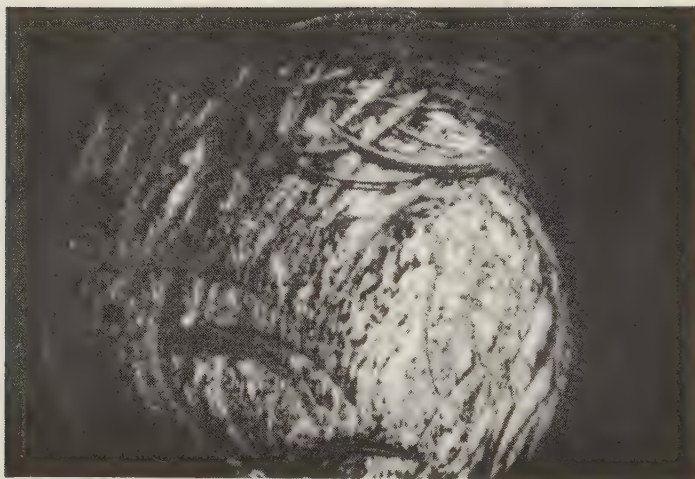


Abb. Nr. 12 : M nach Abrasion gegen B (V1)
 Stark zerklüftete, (verkratzte) Metalloberfläche.



Abb. Nr. 13 : Ausschnitt aus Bild 12 (V2)
 In der stärkeren Vergrößerung werden neben den
 Abrasionskratzern auch gut die feinen Lunker
 sichtbar.

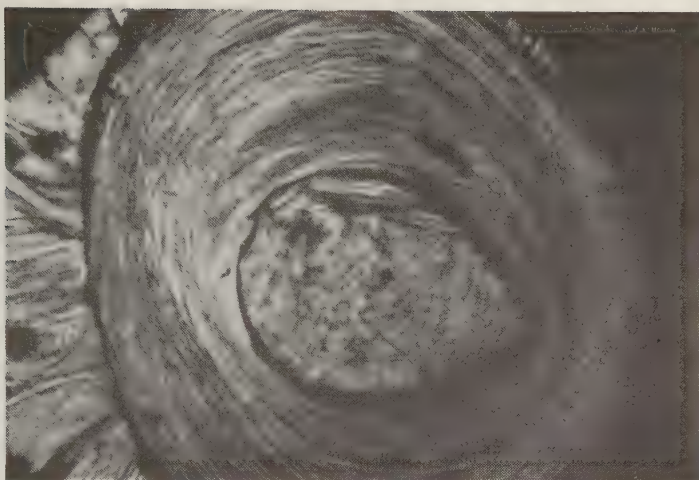


Abb. Nr. 14 : A nach Abrasion gegen P (V1)
Es entsteht der Eindruck des Fließens des Me-
talls in sehr feinen, gleichmäßigen Bahnen.

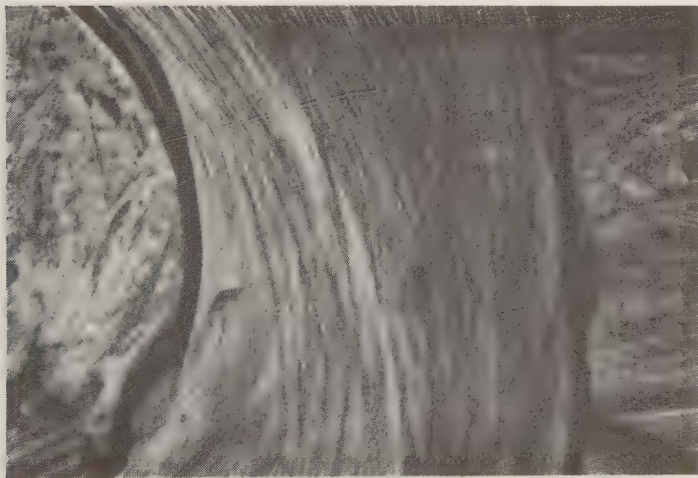


Abb. Nr. 15 : Ausschnitt aus Bild 14 (V2)

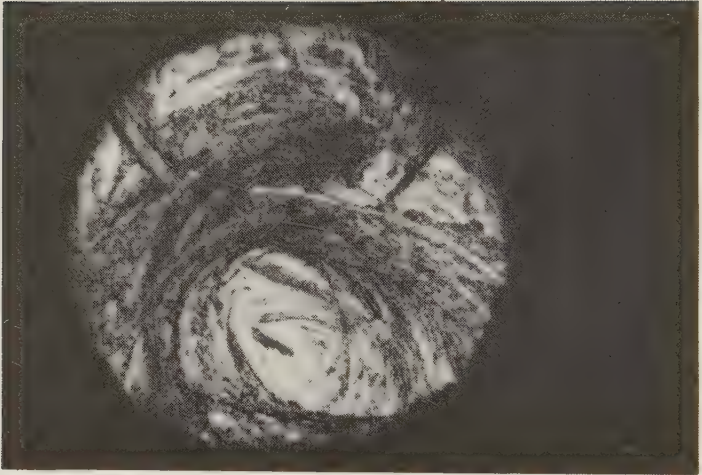


Abb. Nr. 16 : M nach Abrasion gegen P (V1)
Metalloberfläche mit starker unregelmäßiger
Verkratzung.

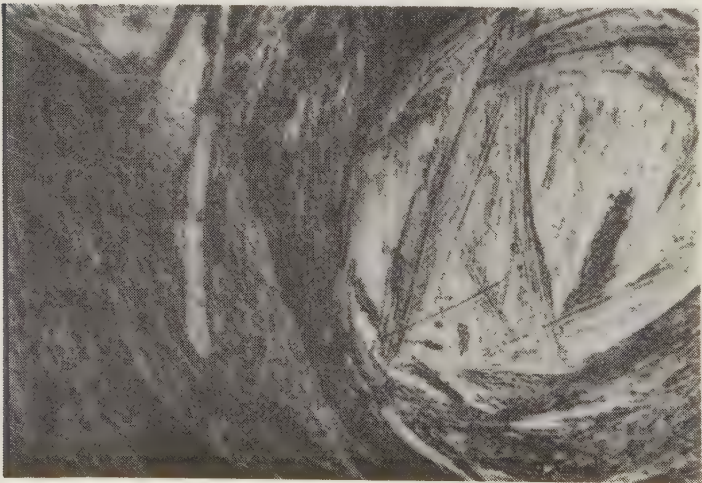


Abb. Nr. 17 : Ausschnitt aus Bild 16 (V2)

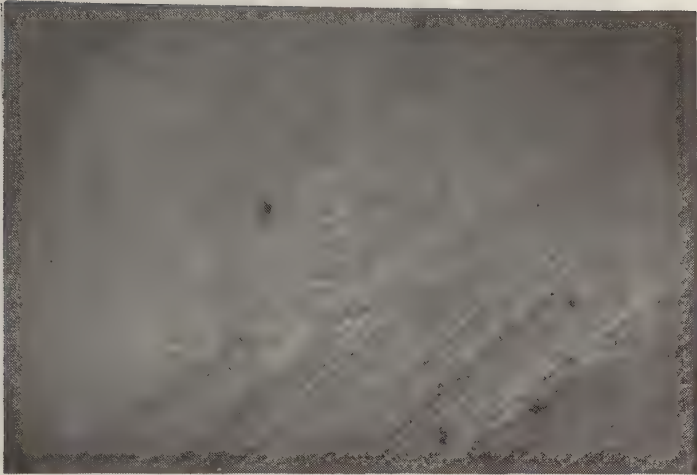


Abb. Nr. 18 : P nach Abrasion gegen A (V1)
Es erscheint eine Art Anrauhung der Oberfläche.

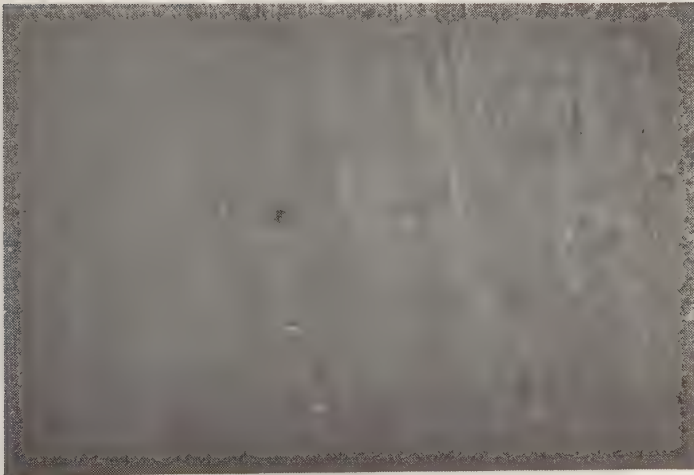


Abb. Nr. 19 : Ausschnitt aus Bild 18 (V2)
Gute Verteilung der feinen Goldteilchen
auf der Oberfläche.

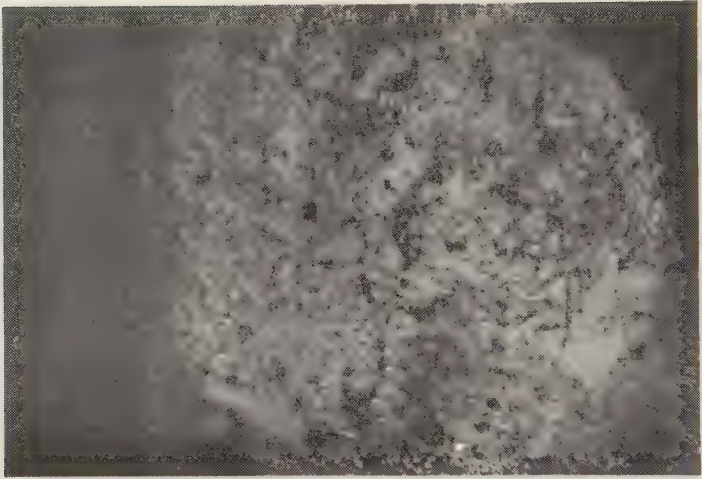


Abb. Nr. 20 : P nach Abrasion gegen M (V1)
Es erscheint eine Art Anrauhung der Oberfläche
und unregelmäßige Goldauflagerungen.



Abb. Nr. 21 : Ausschnitt aus Bild 20 (V2)

6. Zusammenfassung

Zur Durchführung von Untersuchungen der Abrasionsfestigkeit zahnärztlicher Werkstoffe wird ein Verfahren beschrieben, das es gestattet, das unterschiedliche Abrasionsverhalten der Materialien unter annähernd mundgerechten Bedingungen zu testen. Hierzu wurde aus den gebräuchlichsten Werkstoffen eine Auswahl getroffen, und zwar zwei Dental-Golde (Degulor A und Degulor M), ein Zahnkunststoff, ein Verblendkunststoff und ein Zahnporzellan. Nach Beschreibung der Herstellung der Prüfkörper und des Prüfverfahrens sowie einigen Erläuterungen zum Quellungsverhalten der Kunststoffe wird über die erzielten Ergebnisse berichtet. Dabei fiel die geringe Abriebfestigkeit der Kunststoffe, besonders des Zahnkunststoffs, gegenüber der größeren Abriebfestigkeit von Gold und Porzellan auf. Die Meßergebnisse werden durch makroskopische und mikroskopische Untersuchungen der Abrasionsschliffacetten, die an den Prüflingen entstanden waren, unterstützt.

7. Literaturverzeichnis

- 1 BÄNGER, E.: Untersuchungen über die Zustandsänderungen von Prothesen bei unterschiedlicher Aufbewahrung und deren Auswirkungen.
Zahnärztl. Welt 8, 84-86 (1953)
- 2 BOBICKER, V.S.: Abrasionstests for artificial Teeth.
J. Amer. dent. Ass. 35, 793-797 (1947)
- 3 BREUER, E.: Vergleichende Untersuchungen über den Einfluß der hydropneumatischen Weispolymerisation nach dem Hedent-Verfahren auf Dichte, Abrieb und Härte zahnärztlicher Kunststoffe.
Med. Diss. Mainz 1971
- 4 EICHNER, K.: Messung der Kräfte bei Kauvorgängen
Dtsch. zahnärztl. Z. 18, 915-924 (1963)
- 5 FENKEL, G.: Über die Ursachen der Abrasion von Metallen durch Kunststoffe.
Dtsch. Stomat. 19, 112-119 (1969)
- 6 KÖNIGLE, T.: Über eine experimentelle Methode zur Prüfung der Abrasion von Kunststoffzähnen.
Med. Diss. Saarbrücken 1972

- 7 IIG, V.K.: Untersuchungen über den thermischen Ausdehnungskoeffizienten des Paladons, sowie über seine Längenänderung durch Wasseraufnahme und Austrocknung.
Stoma 2, 99-108 (1949)
- 8 MAHALICK, J.A.,
KNAP, F.J.,
WEITER, E.J.: Occlusal wear in prosthodontics.
J. Amer.dent. Ass. 82, 154-159 (1971)
- 9 MEYER, H.: Über die Ursachen der Abrasio dentis.
Dtsch. zahnärztl. Z. 14, 941-948 (1959)
- 10 MONASKY, G.E. und
TAYLOR, D.F.: Studies on the wear of porcelain,
enamel and gold.
J. prosth. Dent. 25, 299-306 (1971)
- 11 RITZE, H.: Quellung und Kunststoffe
Dtsch. zahnärztl. Z. 20, 1245-1251 (1965)
- 12 SCHMITZ, Kh.,
DAUGHERTY, E.W.,
CATTS, R., MÜLLER, G.,
KOMMA, O.,
SCHULMEYER, H.: Über den Einfluß anorganischer Füll-
stoffe auf die Abrasionsfestigkeit
dentaler Kunststoffe, Teil I und II.
Dent.-Labor 21, 615-622 (1973)
- 13 STREITL, E.H.: Zur Abrasion an Kronen- und Brücken-
material mit und ohne anorganischen
Füllstoff.
Dent.-Labor 22, 1198-1203 (1974)
- 14 UETZ, H. und
FÖHL, J.: Abriebverhalten von Kunststoffen für
den dentalen Anwendungsbereich.
Dent.-Labor 22, 596-604 (1974)

An dieser Stelle möchte ich Herrn Prof. Dr. Heinz Marx für die Überlassung des Themas und die allzeit großzügige Unterstützung herzlich danken.

Mein weiterer Dank gilt Herrn Dipl.-Mathematiker Wetter vom Institut für Med. Statistik und Dokumentation für seine Hilfe bei der Auswertung der Ergebnisse, sowie der Firma Wienand Söhne & Co. und der De Trey Gesellschaft für die Herstellung und Überlassung der Prüfkörper.

L E B E N S L A U F

Am 18.5.1949 wurde ich als drittes Kind des Zahnarztes Joachim Beger und seiner Frau Marie-Luise geb. Kablé in Bad Kreuznach geboren. Ich besuchte von Ostern 1956 bis 1960 die Volksschule in Bad Münster a.St., ab Ostern 1960 das Staatliche Gymnasium in Bad Kreuznach und legte dort am 18.6.1968 die Reifeprüfung ab.

Mit Beginn des Wintersemesters 1968/69 nahm ich mein Studium der Zahnheilkunde an der Johannes Gutenberg - Universität in Mainz auf und beendete es am 7.11.1973 nach bestandenem Staatsexamen.

Ab 1.12.1973 bis 31.5.1974 war ich als Assistent in der Praxis Dr. med. dent. E. Hager in Bad Kreuznach tätig.

Am 22.5.1974 heiratete ich Edith, Tochter des Reinhold Mayer und seiner Frau Gertrud geb. Mück aus Langenlonsheim. Seit 1.7.1974 bin ich wissenschaftlicher Mitarbeiter der Poliklinik für zahnärztliche Prothetik der Johannes Gutenberg - Universität Mainz.

